

Erteilt auf Grund des Ersten Überleitungsgesetzes vom 8. Juli 1949
(WGBI. S. 175)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



AUSGEGEBEN AM
28. JANUAR 1960

DEUTSCHES PATENTAMT

PATENTSCHRIFT

Nr. 973 350

KLASSE 32b GRUPPE 1

INTERNAT. KLASSE C 03c

I 7843 II^c/32b

Dr. Edwin Berger †, Jena, und Otto Freundel, Mainz
sind als Erfinder genannt worden

Jenaer Glaswerk Schott & Gen., Mainz

Optische Silikatgläser mit einer Brechungszahl,
die, bezogen auf die mittlere Zerstreuung bzw. den ν -Wert,
niedrig ist

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 11. Juni 1940 an
Der Zeitraum vom 8. Mai 1945 bis einschließlich 7. Mai 1950 wird auf die Patentdauer nicht angerechnet
(Ges. v. 15. 7. 1951)

Patentanmeldung bekanntgemacht am 15. Juli 1954
Patenterteilung bekanntgemacht am 14. Januar 1960

Zur Herstellung von Linsensystemen bester Korrektur bei höchster Lichtstärke ist es bekanntlich besonders vorteilhaft, Sammellinsen aus Gläsern mit möglichst hoher Brechung und möglichst geringer

5 Dispersion mit Zerstreuungslinsen aus Gläsern möglichst geringer Brechung und möglichst hoher Dispersion zu kombinieren.

Die vorliegende Erfindung bezweckt die Schaffung solcher Gläser mit niedriger Brechung und hoher

10 Dispersion.
Bei den gewöhnlichen optischen Kron- und Flintgläsern besteht für die Abbesche Zahl ν als Funktion

der Brechung eine untere Grenze, die etwa durch die geradlinige Verbindung folgender Wertepaare dargestellt werden kann,

15

Tabelle 1

$nd = 1,48 \quad \nu = 67,4$
 $nd = 1,49 \quad \nu = 62,4$
 $nd = 1,51 \quad \nu = 54,8$
 $nd = 1,53 \quad \nu = 49,3$
 $nd = 1,55 \quad \nu = 45,1$
 $nd = 1,57 \quad \nu = 41,8$

$nd = 1,59 \quad \nu = 39,1$
 $nd = 1,61 \quad \nu = 36,9$ 20
 $nd = 1,63 \quad \nu = 35,0$
 $nd = 1,65 \quad \nu = 33,4$
 $nd = 1,67 \quad \nu = 31,4$
 $nd = 1,69 \quad \nu = 29,9$

wobei für $nd \geq 1,65$ die angegebenen Zahlenpaare folgender Bedingung genügen

$$\nu = \frac{nd - 1}{nd - 1,3815} \cdot 13,815$$

oder gleichbedeutend damit

$$nd = 1,3815 \cdot \frac{\nu - 10}{\nu - 13,815}$$

- 10 Nach der Erfindung gelingt es, die angegebenen Grenzen für die nd - bzw. für die ν -Werte im gesamten Gebiet wesentlich zu unterschreiten und dadurch Gläser zu schaffen, die für die Negativlinsen eine ähnliche Bedeutung besitzen wie die Lanthankrone für Positivlinsen.

Die erfindungsgemäßen Gläser besitzen folgende Zusammensetzung in Gewichtsprozenten:

Alkalioxyde	5 bis 30%
SiO ₂ + B ₂ O ₃	30 bis 70%
F	0,15 bis 25%

- außerdem bis zu 5 Gewichtsprozent Erdalkalioxyde und wenigstens einen der Stoffe Al₂O₃, TiO₂, Sb₂O₃, As₂O₃ und PbO, wobei der Gehalt an Al₂O₃ und der an TiO₂ jeder für sich nicht mehr als 30%, der an PbO nicht mehr als 55%, der an Sb₂O₃ nicht mehr als 35% und der an As₂O₃ nicht mehr als 5% betragen soll und diese Stoffe im übrigen der Bedingung genügen Al₂O₃ + TiO₂ + Alkalioxyde + Sb₂O₃ + As₂O₃ + PbO = 35 bis 69,85%.

Will man einen ν -Wert $> 63,5$ erhalten, dann wählt man zweckmäßig den Gehalt an Al₂O₃ + Sb₂O₃ + As₂O₃ $> B_2O_3$.

- 35 Gläser, welche in den angegebenen Grenzen Alkalioxyde, SiO₂ und B₂O₃ enthalten, außerdem geringe Mengen an Fluor und Erdalkalioxyde zwischen 11 und 15%, sind bekannt. Diese Gläser haben eine gute Ultraviolett durchlässigkeit. Sie zeigen jedoch nicht die angestrebte niedrige Brechzahl, bezogen auf die mittlere Zerstreuung.

- Weiterhin sind Gläser bekannt, welche 5 bis 25% Alkalioxyde und neben SiO₂ insgesamt 15 bis 35% B₂O₃ + Al₂O₃ und bis zu 9% Fluor enthalten. Für diese Gläser liegt die untere Grenze des ν -Wertes bei 63,5. Die Gläser nach der Erfindung haben dagegen im allgemeinen ν -Werte, welche unterhalb dieser Grenze liegen. In den Fällen, wo auch die Gläser nach der Erfindung einen ν -Wert $> 63,5$ aufweisen (vgl. Tabelle 2, Beispiele 1 bis 14) haben die erfindungsgemäßen Gläser eine bessere optische Lage, da sie eine untere Grenze für den nd -Wert von

$$1,3815 \cdot \frac{\nu - 10}{\nu - 13,815} - 0,017$$

- 55 aufweisen. Für $\nu = 66$ wird somit wenigstens der nd -Wert von 1,464 erhalten. So gibt das Beispiel 5 der Tabelle 2 einen nd -Wert von 1,4465.

- 60 Für die Erniedrigung der Brechung sind die Fluoride besonders wichtig. Die erfindungsgemäßen Gläser haben den weiteren Vorteil, daß die Fluoride verhältnismäßig stabil in das Glas eingebaut sind, so daß Ausscheidungen, wie sie sonst in Form von

milchigen Trübungen durch flüssige Tröpfchen oder Kristalle meist auftreten, vermieden werden. Für diese Bekämpfung der Ausscheidungsneigung ist der Alkali-gehalt besonders wichtig. Da jedoch die Alkalien Na₂O und Li₂O nur eine geringe Verminderung der auf den ν -Wert bezogenen nd -Werte bedingen, besteht zweckmäßig wenigstens die Hälfte des Gehaltes an Alkali aus Kaliumoxyd. Bei der Einführung der Fluoride besteht die Schwierigkeit, daß sie während des ganzen Schmelzprozesses leicht verdampfen. Aus diesem Grunde dürfte man bei einer Analyse nicht viel mehr als 70% des im Gemenge eingebrachten Fluors im Glas wiederfinden. Dies ist bei der Tabelle 2 zu berücksichtigen, die den synthetischen Fluorgehalt der Gläser in der Symbolik O \rightarrow F angibt. Diese Symbolik geht von dem Grundsatz aus, daß man es dem fertigen Glas nicht mehr anmerken kann, in welcher Verbindung das Fluor eingebracht wurde und an welchem Atom des fertigen Glases als Partner Sauerstoff und an welchem Fluor hängt. Man tut also, als ob man ein aus reinen Oxyden bestehendes Glas vor sich hätte, aus dem nachträglich ein Teil des Sauerstoffs durch Fluor ersetzt worden ist. O \rightarrow F ist demnach definiert als diejenige Sauerstoffmenge in Gewichtsprozent der Summe der Oxyde, die durch die äquivalente Menge, also das 2,36fache an Fluor ersetzt ist. Dadurch erhöht sich natürlich das Gesamtgewicht um $(2,36 - 1) \cdot (O \rightarrow F)$. Der Gehalt des fertigen Glases an Fluor beträgt also 2,36 (O \rightarrow F), wenn man ihn auf 100 g der Oxyde bezieht. Bezieht man ihn jedoch auf 100 g des gesamten Glases, so wird offenbar der Fluorgehalt durch

$$\frac{2,36 (O \rightarrow F)}{100 + 1,36 (O \rightarrow F)}$$

dargestellt.

So ist im Beispiel 16 der Tabelle 2 ein Gehalt an O \rightarrow F von 12% angegeben. Der Fluorgehalt, auf 100 g Oxyde bezogen, ist also 28,4 g, der Prozentgehalt des Glases an Fluor also

$$\frac{28,4}{100 + 16,3} = 24,5 \text{ Gewichtsprozent.}$$

Beispiel 31 enthält 10% O \rightarrow F. Der Prozentgehalt an Fluor des Glases ist also

$$\frac{23,6}{100 + 13,6} = 20,8 \text{ Gewichtsprozent.}$$

Die Beispiele geben also eine obere Grenze des Fluorgehaltes von rund 25 Gewichtsprozent.

Neben dem erwähnten Alkali ist auch die Einführung von Borsäureanhydrid und Aluminiumoxyd geeignet, der Ausscheidungsneigung des Fluors entgegenzuwirken. In demselben Sinn wirkt die Einführung von Titanoxyd. Der Titanoxydgehalt findet jedoch praktisch eine Grenze bei etwa 30%, da sich sonst außer Kristallisation und Trübung eine für die Verwendung als optisches Glas schädliche Braunfärbung zu stark bemerkbar macht. Die bezüglich Kristallisation und Färbung günstigste Zusammensetzung erhält man, wenn Borsäureanhydrid, Aluminiumoxyd und Titanoxyd zusammen mindestens 5 und höchstens 45% betragen. Gleichzeitig sollen aber zweckmäßig Bor-

säureanhydrid und Aluminiumoxyd zusammen höchstens 40% ausmachen. Der Gehalt an Aluminiumoxyd darf den an Borsäureanhydrid um so weniger übersteigen, je höher der Titanoxydgehalt ist, weil sich die Braunfärbung besonders bei großem Gehalt an Aluminiumoxyd bemerkbar macht. Auch der Gehalt an Antimon- und Arsenoxyd ist bei größeren Titanoxydgehalten niedrig zu wählen, weil auch sie die Braunfärbung stark begünstigen. Beträgt der Gehalt an Titanoxyd 10% oder mehr, so sorgt man daher zweckmäßig dafür, daß der Gehalt an Antimonoxyd und Arsenoxyd zusammen höchstens 10% beträgt.

Erdalkalioxyde führen auch in Gegenwart von Titanoxyd in fluorhaltigen Schmelzen zu Trübungen. Ihr Gehalt sollte daher möglichst klein sein und 5% des Ausgangsglassatzes keinesfalls überschreiten. Auch zweiwertige Metalloxyde wird man möglichst nicht verwenden, weil sie die Ausscheidungsneigung begünstigen und der Erniedrigung der Brechungszahl entgegenwirken. Am günstigsten in beiderlei Hinsicht verhält sich Bleioxyd.

Will man Gläser mit sehr großer mittlerer Zerstreuung und erniedrigter Brechungszahl herstellen, so empfiehlt sich sogar die Einführung von Bleioxyd neben Antimon- und Arsenoxyd, um eine Braunfärbung trotz größeren Titanmengen zu vermeiden. Der dadurch verursachten Erhöhung der Brechungszahl läßt sich durch Verringerung des Borsäuregehaltes zum Teil begegnen.

Die allgemeinen Regeln, um der Erfindung gemäß optische Gläser von, bezogen auf die Zerstreuung, erniedrigter Brechungszahl zu erzielen, sind in verschiedener Weise anzuwenden, je nach dem Gebiet, in dem die optischen Gläser liegen. Das erste Gebiet ist dasjenige, in dem der ν -Wert über 63,5 liegt; das zweite dasjenige, bei dem ν größer als 63,5 ist und die Brechungszahl höchstens 1,65 beträgt; das dritte ist schließlich dasjenige, bei dem die Brechungszahl größer als 1,65 ist. Innerhalb des ersten Gebietes gilt folgendes: Reine Alkali-Kieselsäure-Fluorid-Gläser ergeben bei geringen Fluorgehalten Kristallausscheidungen, bei höheren Fluorgehalten Trübungen, beides in um so stärkerem Maße, je geringer der Alkaligehalt ist. Kaliumgläser verhalten sich dabei günstiger als Natrium- oder Lithiumgläser. Wie schon oben erwähnt, läßt sich durch Einführung von Borsäureanhydrid und Aluminiumoxyd die Ausscheidungsneigung genügend unterdrücken, man kann also größere Mengen Sauerstoff durch Fluor ersetzen und trotzdem kristall- und trübungsfreie Gläser erschmelzen.

Die Untersuchungen, auf denen die Erfindung beruht, haben nun ergeben, daß Borsäureanhydrid die brechungsvermindernde Wirkung der Fluoride mehr oder weniger stark abschwächt, daß dagegen Aluminiumoxyd sie verstärkt, also zu stärkeren Erniedrigungen der Brechungszahl führt. Allerdings ist die Wirkung des Borsäureanhydrids und, wenn auch weniger, des Aluminiumoxyds nicht additiv, sondern hängt von der eingeführten Menge ab. Bei kleineren Gehalten schwächt das Borsäureanhydrid die brechungsvermindernde Wirkung der Fluoride sehr stark ab, bei größeren Gehalten von etwa 10% des Ausgangsglassatzes an ist die Wirkung für den gleichen

Zuwachs viel schwächer. Ist aber Aluminiumoxyd in einem größeren Betrag als Borsäureanhydrid vorhanden, so kann der gleiche Zuwachs an Borsäureanhydrid die genannte Wirkung sogar erhöhen. Außerdem ist es dann möglich, die Fluoridmenge weiter zu steigern auf über 4% O \rightarrow F. Es gelingt daher, die Erniedrigung der Brechungszahl auf über 0,018 zu erhöhen, wenn man den Gehalt an Aluminiumoxyd mindestens gleich dem Gehalt an Borsäureanhydrid wählt und die Summe beider 10 bis 45% betragen läßt.

Will man in das zweite der obengenannten Gebiete gelangen und versucht man zu diesem Zweck die mittlere Zerstreuung der Fluorgläser durch Einführung von Erdalkalien oder zweiwertigen Metalloxyden auf über 0,0073 zu erhöhen, so ergibt sich schon bei geringen Gehalten an solchen Zusätzen eine ausgeprägte Neigung zur Trübung. Diese Neigung fällt zwar in der Reihenfolge BeO, MgO, CaO, SrO, BaO, ZnO, CdO, PbO deutlich ab, aber sie ist selbst bei PbO noch so stark, daß man zur Erzielung trübungsfreier Gläser den Gehalt an Fluorid so sehr herabsetzen müßte, daß sich infolge der die brechungsvermindernde Wirkung der Fluoride abschwächenden Wirkung des Borsäureanhydrids und auch der zweiwertigen Oxyde selbst die gewünschte Erniedrigung der Brechungszahl nicht erzielen läßt. Nach der Erfindung gelingt es jedoch durch Einführung von Antimonoxyd, die mittlere Zerstreuung über 0,0073 zu erhöhen und Gläser mit erniedrigter Brechungszahl zu erhalten. Zwar wirkt Antimonoxyd selbst etwas im entgegengesetzten Sinne, wenn auch merklich weniger als Borsäureanhydrid oder zweiwertige Oxyde, es führt jedoch in Gegenwart von Fluor in viel geringerem Maße als die zweiwertigen Oxyde zur Kristallisation und Trübung. Bei gleicher Ausscheidungsneigung läßt sich sogar bei Gegenwart größerer Mengen Antimonoxyd die Aufnahmefähigkeit für Fluoride und Aluminiumoxyd wesentlich erhöhen. Da jedoch diese Abänderungen der Fluor-Alumo-Borosilikat-Gläser praktisch auf Kosten des Kieselsäuregehaltes erfolgen müssen, so erhält man auf diese Weise Gläser mit verminderter chemischer Widerstandsfähigkeit, insbesondere größerer Säurelöslichkeit und einem erhöhten Quellungsvermögen durch Wassereinwirkung. Beim Austrocknen polierter Oberflächen solcher Gläser bilden sich dann leicht feine Haarrisse. Größere Gehalte an Antimonoxyd sind auch deshalb zu vermeiden, weil sie zu optisch schädlichen Gelb- oder Braunfärbungen Anlaß geben. Ähnlich wie Antimonoxyd verhält sich Arsenoxyd.

Es hat sich aber ergeben, daß sich diese Schwierigkeiten durch Einführung von Titanoxyd neben oder statt Antimonoxyd, und zwar in Mengen von mindestens 0,2%, weitgehendst beseitigen lassen und daß dies deshalb besonders günstig ist, weil Titanoxyd schon in geringen Mengen die mittlere Zerstreuung stark erhöht und gleichzeitig eine Erniedrigung der auf die Zerstreuung bezogenen Brechungszahl bewirkt sowie die Säurelöslichkeit und das Quellungsvermögen herabsetzt.

Auch Borsäure und Tonerde sind zweckmäßig in den Gläsern vorhanden, dabei jedoch mindestens ebensoviel Aluminiumoxyd wie Borsäureanhydrid. Vorteil

haft wählt man dabei den Glassatz so, daß die Gläser an Aluminiumoxyd, Titanoxyd, Antimonoxyd und Arsenoxyd zusammen mindestens ebensoviel enthalten wie Borsäureanhydrid und etwaige Erdalkalioxyde zusammen.

Da die Wirkung des Fluors, ausgedrückt durch $\% O \rightarrow F$, auf die Erniedrigung der Brechungszahl im Mittel etwa dem fünffachen der entgegengesetzten Wirkung der Borsäure entspricht, sollten die äquivalent durch Fluor ersetzten Gewichtsteile Sauerstoff mindestens ein Fünftel des Gehalts des Ausgangsglassatzes an Borsäureanhydrid und Erdalkalioxyden zusammen betragen.

Um Gläser innerhalb des dritten der obengenannten Gebiete, also solche mit einer Brechungszahl über 1,65 zu erhalten, muß bei den der Erfindung entsprechenden Gläsern im Ausgangsglassatz die Summe der Prozentgehalte an Antimonoxyd, Arsenoxyd, Bleioxyd und anderen zweiwertigen Oxyden vermehrt um den doppelten Prozentgehalt an Titanoxyd mehr als 50% betragen. Zur Erniedrigung der auf die Zerstreuung bezogenen Brechungszahl ist es zweckmäßig, Titanoxyd in Beträgen von 0,2 bis 30% einzuführen. Andere vierwertige Titanoxys sowie fünf- und sechswertige Metalloxyde scheinen die Verminderung der auf die Zerstreuung bezogenen Brechungszahl zu verkleinern, jedenfalls verstärken sie sie nicht deutlich wie Titanoxyd. Der Gehalt an Aluminiumoxyd, Titanoxyd und an den die Erniedrigung der Brechungszahl praktisch nicht beeinflussenden Oxyden von Antimon und Arsen insgesamt ist zweckmäßig mindestens gleich dem an Borsäureanhydrid und Erdalkalien zusammen. Da hohe Titanoxydgehalte zu Braunfärbungen und

Trübungen Anlaß geben, ist es zweckmäßig, sehr hochbrechende Gläser durch Einführung von Bleioxyd zu erzeugen, das von allen zweiwertigen Oxyden die auf die Zerstreuung bezogene Brechungszahl am wenigsten erhöht. Solche Gläser weisen wegen des Gehaltes an Bleioxyd und anderen zweiwertigen Oxyden trotz geringem Gehalt an Borsäureanhydrid und trotz Einführung von Fluor in Mengen von mehr als 0,1% $O \rightarrow F$ nur kleine Erniedrigungen der Brechungszahl auf, es ist jedoch in diesem Gebiet auch eine geringe Erniedrigung praktisch schon von größter Bedeutung für die Erzielung neuartiger optischer Konstruktionen.

In der Tabelle 2 sind die Glassätze für eine Anzahl der erfindungsgemäßen Gläser sowie deren optische Lage aufgeführt.

Die Bestandteile der Ausgangsglassätze sind als Oxyde angegeben, es steht jedoch nichts im Wege, die Rohstoffe in anderer Form in den entsprechenden Mengen einzuführen. So kann man z. B. statt Borsäureanhydrid (B_2O_3) kristallisierte Borsäure (B_3HO_3) und statt Natron (Na_2O) kalzinierte Soda (Na_2CO_3) nehmen.

Wie aus den Angaben über die optische Lage ersichtlich, gehören die Gläser mit der laufenden Nummer 1 bis 14 in das erste der obengenannten Gebiete, die Gläser mit der Nummer 15 bis 34 in das zweite und die Gläser mit der Bezeichnung 35 bis 41 in das dritte der genannten Gebiete. Der in der letzten Spalte angegebene Wert a ist der Betrag, um den die Brechungszahl nd erniedrigt ist gegenüber der niedrigsten bei gewöhnlichen optischen Gläsern von derselben mittleren Zerstreuung vorkommenden Brechzahl, wie sie in Tabelle 2 zusammengestellt sind.

Tabelle 2

Bezeichnung	SiO_2	B_2O_3	Al_2O_3	Na_2O	K_2O	PbO	Sb_2O_3	As_2O_3	TiO_2		$\frac{F}{O}$	nd	ν	$n_C - n_F$	a
1	47,1	13,5	20,3	—	19,1	—	—	—	—	—	8,3	1,4443	67,6	0,00657	0,0280
2	41,7	18,0	20,0	—	20,0	—	—	0,3	—	—	8,0	1,4380	67,7	0647	329
3	46,2	13,5	21,0	—	19,0	—	—	0,3	—	—	8,0	1,4395	67,5	0651	319
4	37,5	20,0	20,0	—	20,0	—	—	—	—	2,5 BaO	8,0	1,4484	67,4	0665	250
5	37,5	20,0	20,0	—	20,0	2,5	—	—	—	—	8,0	1,4465	66,0	0676	284
6	37,5	20,0	20,0	—	20,0	—	2,5	—	—	—	8,0	1,4469	65,2	0685	292
7	35,0	20,0	20,0	—	20,0	—	5,0	—	—	—	8,0	1,4507	63,2	0713	293
8	45,0	10,0	20,0	—	20,0	—	5,0	—	—	—	8,0	1,4454	64,8	0687	310
9	37,5	20,0	20,0	—	20,0	—	—	—	—	2,5 GeO_2	8,0	1,4402	66,6	0661	326
10	37,5	20,0	20,0	—	20,0	—	—	—	—	2,5 P_2O_5	8,0	1,4483	67,6	0663	248
11	37,5	20,0	20,0	—	20,0	—	—	—	—	2,5 WO_3	8,0	1,4459	65,8	0678	293
12	41,7	15,0	20,0	—	20,0	—	—	0,3	—	3,0 Tl_2O_3	6,0	1,4470	67,0	0667	267
13	37,5	20,0	20,0	—	20,0	—	—	2,5	—	—	8,0	1,4454	65,8	0677	296
14	45,0	15,0	20,0	2,5	17,5	—	—	—	—	—	6,0	1,4516	66,1	0683	243
15	30,0	15,0	15,0	—	20,0	—	20,0	—	—	—	8,0	1,5000	52,9	0945	121
16	15,0	15,0	20,0	—	20,0	—	30,0	—	—	—	12,0	1,5037	46,4	1085	277
17	20,0	25,0	15,0	—	20,0	—	20,0	—	—	—	8,0	1,5032	51,4	0979	131
18	34,7	12,0	22,0	2,0	16,0	—	13,0	0,3	—	—	3,5	1,4939	54,8	0902	122
19	35,7	12,0	22,0	—	18,0	—	9,0	0,3	—	3,0 CdO	4,0	1,4837	57,3	0844	144
20	29,7	15,0	25,0	—	20,0	—	10,0	0,3	—	—	4,0	1,4991	56,8	0878	037
21	25,0	15,0	20,0	—	20,0	—	15,0	5,0	—	—	8,0	1,4772	56,5	0844	209

Fortsetzung

5	Bezeichnung	SiO ₂	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	PbO	Sb ₂ O ₃	As ₂ O ₃	TiO ₂		O	F	nd	ν	n _{C-n_F}	a	65
22	25,0	15,0	20,0	—	20,0	—	15,0	5,0	—	—	—	6,0	1,4902	54,1	0906	165		
23	26,7	18,0	25,0	—	20,0	—	10,0	0,3	—	—	—	8,0	1,4583	61,3	0748	265		
10	24	69,7	—	—	20,0	—	—	0,3	10,0	—	—	2,0	1,5287	48,0	1101	049	70	
25	49,7	15,0	5,0	—	20,0	—	—	0,3	10,0	—	—	4,0	1,5253	47,4	1108	093		
26	49,5	10,0	10,0	—	20,0	—	—	0,5	10,0	—	—	4,0	1,5214	45,5	1146	184		
27	54,1	7,9	8,5	—	20,0	1,2	—	0,5	7,8	—	—	4,0	1,51281	50,5	1015	089		
28	51,6	7,9	8,5	—	20,0	1,2	—	0,5	10,3	—	—	3,0	1,53358	46,0	1160	082		
15	29	49,2	8,0	9,0	—	23,0	—	0,5	10,0	—	—	3,0	1,5269	48,1	1095	059	75	
30	49,5	—	5,0	—	20,0	—	—	0,5	25,0	—	—	2,0	1,6142	32,9	1867	252		
31	51,9	7,9	8,5	—	20,0	1,2	—	0,5	10,0	—	—	10,0	1,50794	46,1	1101	257		
32	49,8	10,0	8,5	—	20,0	1,2	—	0,5	10,0	—	—	10,0	1,51348	45,7	1123	260		
33	47,5	10,0	10,0	2,0	18,0	—	3,0	2,0	5,0	2,5 BaO	—	3,0	1,5106	54,1	0943	012		
20	34	37,9	—	—	11,6	40,0	—	0,5	10,0	—	—	4,0	1,64176	32,6	1966	113	80	
35	37,2	—	1,5	1,0	6,5	48,3	—	0,5	5,0	—	—	1,0	1,67756	31,2	2171	039		
36	39,5	—	5,0	—	15,0	20,0	—	0,5	20,0	—	—	2,0	1,65378	30,9	2115	199		
37	33,5	—	5,0	—	15,0	30,0	5,0	1,5	10,0	—	—	2,0	1,66375	31,2	2126	115		
38	37,9	—	—	—	11,6	40,0	—	0,5	10,0	—	—	2,0	1,67770	30,5	2220	105		
25	39	37,0	—	—	1,5	6,0	50,0	—	0,5	5,0	—	1,0	1,6942	28,9	2400	189	85	
40	34,5	—	2,5	1,5	6,0	50,0	—	0,5	5,0	—	—	2,0	1,6686	31,3	2135	079		
41	31,8	—	2,5	1,5	8,7	50,0	—	0,5	5,0	—	—	4,0	1,66950	31,6	2122	052		

PATENTANSPRÜCHE:

1. Optische Gläser mit einer Brechzahl, die, bezogen auf die mittlere Zerstreuung, niedrig ist, gekennzeichnet durch folgende Zusammensetzung in Gewichtsprozenten:

Alkalioxyde 5 bis 30%
 SiO₂ + B₂O₃ 30 bis 70%
 F 0,15 bis 25%

außerdem bis zu 5 Gewichtsprozent Erdalkalioxyde und wenigstens einen der Stoffe Al₂O₃, TiO₂, Sb₂O₃, As₂O₃ und PbO, wobei der Gehalt an Al₂O₃ und der an TiO₂ jeder für sich nicht mehr als 30%, der an PbO nicht mehr als 55%, der an Sb₂O₃ nicht mehr als 35% und der an As₂O₃ nicht mehr als 5% betragen soll und diese Stoffe im übrigen der Bedingung genügen

Al₂O₃ + TiO₂ + Alkalioxyde + Sb₂O₃ + As₂O₃ + PbO = 35 - 69,85%.

2. Optische Gläser nach Anspruch 1 mit einem ν-Wert > 63,5, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt an Al₂O₃ + Sb₂O₃ + As₂O₃ > B₂O₃ ist.

3. Optische Gläser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens die Hälfte des Alkalis aus Kaliumoxyd besteht.

4. Optische Gläser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe der Gewichtsprozent von B₂O₃ + Al₂O₃ + TiO₂ zwischen 5 und 45 liegt.

5. Optische Gläser nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt an B₂O₃ + Al₂O₃ zusammen höchstens 40 Gewichtsprozent beträgt.

6. Optische Gläser nach Anspruch 1 mit einem TiO₂-Gehalt von 10 bis 30 Gewichtsprozent, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe der Gehalte an As₂O₃ + Sb₂O₃ kleiner als 10 Gewichtsprozent ist.

7. Optische Gläser nach Anspruch 1 und 5 mit einem ν-Wert von wenigstens 63,5, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt an B₂O₃ + Al₂O₃ 10 bis 45 Gewichtsprozent beträgt.

8. Optische Gläser nach Anspruch 1 mit einem ν-Wert von weniger als 63,5, dadurch gekennzeichnet, daß sie wenigstens 0,2 Gewichtsprozent TiO₂ enthalten.

9. Optische Gläser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt an Al₂O₃ + TiO₂ + Sb₂O₃ + As₂O₃ ≦ B₂O₃ + Erdalkalioxyde ist.

10. Optische Gläser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gehalt an O → F wenigstens ein Fünftel des Gehaltes an B₂O₃ und Erdalkalioxyden zusammen beträgt.

11. Optische Gläser nach Anspruch 1 mit einer Brechzahl über 1,65, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe der Gehalte an Sb₂O₃ + As₂O₃ + PbO + sonstige zweiwertige Oxyde + doppelter Gehalt an TiO₂ mehr als 50 Gewichtsprozent beträgt.

In Betracht gezogene Druckschriften:
 USA.-Patentschrift Nr. 2 056 627.